

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-031545

(43)Date of publication of application : 31.01.2003

(51)Int. Cl.

H01L 21/304
B08B 3/02
F26B 5/00
F26B 5/08
F26B 11/18
G02F 1/13
G02F 1/1333
H01L 21/306

(21)Application number : 2001-211774

(71)Applicant : DAINIPPON SCREEN MFG CO LTD

(22)Date of filing : 12.07.2001

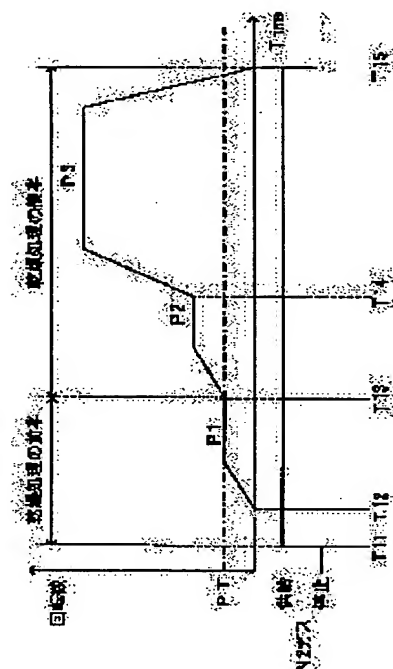
(72)Inventor : UENO KOICHI
SUZUKI SATOSHI

(54) SUBSTRATE-DRYING APPARATUS AND METHOD AND SILICON OXIDE FILM REMOVAL METHOD OF SUBSTRATE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent the generation of a water mark during dry treatment in substrate-drying apparatus for drying a substrate, where treatment liquid such as demineralized water and rinse adheres to the upper surface of the substrate in the shape of a liquid film.

SOLUTION: In the first half of dry treatment, nitrogen gas is sprayed to the upper surface center section of a substrate for forming a hole. then, the speed P1 of the substrate is set to a critical speed PT or lower, thus preventing treatment liquid from flowing down from a substrate end edge section merely by centrifugal force with substrate rotation, at the same time, further spraying the nitrogen gas to the upper surface center section of the substrate for expanding the hole in the end edge direction of the substrate, and gradually pushing the treatment liquid at the center side of a liquid film to the substrate end edge side for expanding a dry area. As a result, droplets do not remain at the upper surface center section of the substrate, and generation of watermarks is prevented.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

30.10.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

BEST AVAILABLE COPY

* NOTICES *

JPO and NCIP1 are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] In the substrate dryer which dries the substrate with which processing liquid adheres to the top face in the shape of liquid membrane A substrate maintenance means to hold said substrate in the abbreviation level condition, and the rotation driving means which carries out the rotation drive of said substrate maintenance means, A gas supply means to spray a gas towards the top-face center section of the substrate held at said substrate maintenance means, The centrifugal force which acts on the processing liquid adhering to this substrate when rotating the substrate which was equipped with the control means which controls said rotation driving means and said gas supply means, and was held at said substrate maintenance means, When the rotational frequency of this substrate with which the surface tension of the processing liquid in the edge section of this substrate becomes almost the same is made into a critical rotational frequency, said control means While spraying a gas on the top-face center section of said substrate in the first half of desiccation processing and forming a hole in the center section of liquid membrane After the gas's having sprayed and making said hole expand in the direction of the edge of said substrate, rotating said substrate maintenance means at the rotational frequency below said critical rotational frequency, It is the substrate dryer characterized by rotating said substrate maintenance means at a bigger rotational frequency than said critical rotational frequency in the second half of desiccation processing, and swing OFF drying processing liquid from said substrate.

[Claim 2] It is the substrate dryer according to claim 1 which said gas supply means has the nozzle which carries out the regurgitation of the gas towards the top-face center section of said substrate, and moreover continues said control means towards the top-face center section of said substrate between said desiccation processings and from said nozzle, and carries out the regurgitation.

[Claim 3] The minor diameter nozzle to which said gas supply means carries out the regurgitation of the gas to the top-face center section of said substrate in spot, It has the major-diameter nozzle which is arranged so that said minor diameter nozzle may be surrounded, and carries out the regurgitation of the gas to the top-face center section of said substrate. The regurgitation has become alternatively possible from said minor diameter nozzle and said major-diameter nozzle about the gas. Moreover, said control means Make a gas breathe out from said minor diameter nozzle, and a hole is formed in the center section of liquid membrane in the first half of desiccation processing. Moreover, the substrate dryer according to claim 1 which makes a gas breathe out from said major-diameter nozzle, and makes said hole expand in the direction of the edge of said substrate, rotating said substrate maintenance means at the rotational frequency below said critical rotational frequency.

[Claim 4] Said control means is starting the gas regurgitation from said major-diameter nozzle, and a substrate dryer according to claim 3 which stops the gas regurgitation from said minor diameter nozzle to coincidence mostly.

[Claim 5] Said control means is a substrate dryer according to claim 3 or 4 which continues and carries out the regurgitation of the gas towards the top-face center section of said substrate during said desiccation processing at least from one side among said minor diameter nozzle and said major-diameter nozzle.

[Claim 6] In the substrate desiccation approach of drying the substrate with which processing liquid adheres to the top face in the shape of liquid membrane When the rotational frequency of this substrate with which the centrifugal force which acts on the processing liquid adhering to this substrate when rotating a substrate, and the surface tension of the processing liquid in the edge section of this substrate

become almost the same is made into a critical rotational frequency, The process which sprays a gas on the top-face center section of the substrate held in the abbreviation level condition, and forms a hole in the center section of liquid membrane, The process which a gas sprays [process] and makes said hole expand in the direction of the edge of said substrate, rotating said substrate at the rotational frequency below said critical rotational frequency, It is the substrate desiccation approach characterized by having the process which is made to rotate said substrate maintenance means at a bigger rotational frequency than said critical rotational frequency, and said substrate to swing OFF makes dry processing liquid.

[Claim 7] The process which supplies an etching reagent to the top face of a substrate, and removes the oxide film of the front face of the silicon layer on said substrate, The process which supplies pure water to the top face of said substrate, and removes the etching reagent on said substrate, The silicon oxide removal approach of the substrate characterized by having the process which supplies pure water to the top face of said substrate, and forms the liquid membrane of pure water on said substrate, and the process which dries said substrate using the substrate desiccation approach according to claim 6.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP1 are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the substrate dryer and the substrate desiccation approach of drying the substrate with which processing liquid, such as pure water and a rinse, adheres to that top face in the shape of liquid membrane, and the silicon oxide removal approach of a substrate. In addition, various substrates, such as a semi-conductor wafer, a glass substrate for photo masks, a glass substrate for liquid crystal displays (LCD), a glass substrate for a plasma display, and a substrate for optical disks, are contained in the "substrate" in this specification.

[0002]

[Description of the Prior Art] In production processes, such as a semiconductor device and a liquid crystal display, after washing processing and rinse processing with processing liquid of pure water, a rinse, etc. are performed, the so-called spin desiccation processing may be performed that the processing liquid which adheres to a substrate top face in the shape of liquid membrane should be removed. As a substrate dryer which performs this spin desiccation processing, the equipment indicated by the patent printing official report of patent No. 2922754, for example is known.

[0003] This substrate dryer has the chuck which lays a substrate in a top face and holds it by the horizontal position. This chuck is supported free [rotation] and a rotation drive is carried out with a rotation drive at the circumference of a vertical axis. Moreover, the top blow nozzle is arranged in the upper part side of a chuck. The exit cone at the tip of a besides side blow nozzle can have approached and countered the top-face core of the substrate held at the chuck, and can spray the air for desiccation now from right above towards the top-face core of a substrate.

[0004] And if installation maintenance of the substrate in the condition that finished washing processing and the whole top face was covered with the liquid membrane of processing liquid (pure water etc.) is carried out by the horizontal position on the top face of a chuck, in this condition, first, a top blow nozzle will operate and the air for desiccation will be sprayed towards the top-face core of the substrate of right under from the exit cone at that tip. Thereby, the liquid piece section (hole) of a circle configuration is formed in the top-face core of a substrate, and the part is dried. moreover, it — then, after a chuck starts, acceleration rotation of the substrate is carried out to a predetermined rotational frequency and most liquids on a substrate are removed during low-speed rotation by the rotation drive, further, a rotational frequency is raised, carries out high-speed rotation, and swing OFF dries a substrate for the remaining processing liquid completely.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the way, although the substrate was rotated and the liquid piece section is extended in the direction of the substrate edge with equipment conventionally [above-mentioned] after forming the liquid piece section (hole) of a circle configuration in the core of the liquid membrane formed in the top face of a substrate Even if the rotational frequency in that case is called low speed, it is 200rpm, and it is larger than the surface tension of the processing liquid in the substrate edge section, and processing liquid is shaken off from the substrate edge section according to an operation of a centrifugal force. [of the centrifugal force given to processing liquid by the rotation] For this reason, it will apply to that perimeter from the top-face center section of a substrate, and a drop will remain, when carrying out high-speed rotation in the second half of desiccation processing, the drop ran the substrate

top face, a water mark will be formed in the remains of migration of this drop, and this might cause the big problem.

[0006] For example, when forming a low-temperature polish recon thin film transistor on the glass substrate for liquid crystal displays, an amorphous silicon layer is formed on a glass substrate, and after removing the natural oxidation film of the front face of the amorphous silicon layer, the laser annealing method which anneals by the laser beam and carries out melting recrystallization is used abundantly in recent years. Thus, since it has strong water repellence after the amorphous silicon layer formed in a substrate top face carrying out light etching processing of the front face and performing oxide-film removal, even if it is the rotational frequency of above-mentioned 200rpm extent, during desiccation processing, the drop of processing liquid will be formed in non-denses, and a water mark will be formed. Consequently, the fault of the property of the transistor component which this formed owing to changing locally occurred, product quality deteriorated, and there was a problem of causing the fall of the yield.

[0007] In addition, such a problem is a general problem which does not generate only when an amorphous silicon layer is formed on a glass substrate, produces also when the orientation film which becomes a glass substrate from a polyimide system ingredient etc. in the manufacture process of a liquid crystal display is formed, and is produced in case washing / desiccation processing is performed to the substrate with which the film which consists of a water-repellent ingredient was formed.

[0008] This invention is made in view of the above-mentioned technical problem, and it aims at preventing that a water mark occurs during that desiccation processing in the substrate dryer and the substrate desiccation approach of drying the substrate with which processing liquid, such as pure water and a rinse, adheres to that top face in the shape of liquid membrane, and the silicon oxide removal approach of a substrate.

[0009]

[Means for Solving the Problem] This invention is the substrate dryer and the substrate desiccation approach of drying the substrate with which processing liquid adheres to that top face in the shape of liquid membrane.

[0010] A substrate maintenance means to hold said substrate in the abbreviation level condition in order that this substrate dryer may attain the above-mentioned purpose, The rotation driving means which carries out the rotation drive of said substrate maintenance means, and a gas supply means to spray a gas towards the top-face center section of the substrate held at said substrate maintenance means, The centrifugal force which acts on the processing liquid adhering to this substrate when rotating the substrate which was equipped with the control means which controls said rotation driving means and said gas supply means, and was held at said substrate maintenance means, When the rotational frequency of this substrate with which the surface tension of the processing liquid in the edge section of this substrate becomes almost the same is made into a critical rotational frequency, While spraying a gas on the top-face center section of said substrate in the first half of desiccation processing and forming a hole in the center section of liquid membrane by controlling said rotation driving means and said gas supply means by said control means After the gas's having sprayed and making said hole expand in the direction of the edge of said substrate, rotating said substrate maintenance means at the rotational frequency below said critical rotational frequency, Rotating said substrate maintenance means at a bigger rotational frequency than said critical rotational frequency in the second half of desiccation processing, swing OFF is drying processing liquid from said substrate (claim 1).

[0011] Moreover, when the rotational frequency of this substrate that becomes almost the same [this substrate desiccation approach / the centrifugal force which acts on the processing liquid adhering to this substrate when rotating a substrate, and the surface tension of the processing liquid in the edge section of this substrate] is made into a critical rotational frequency, The process which sprays a gas on the top-face center section of the substrate held in the abbreviation level condition, and forms a hole in the center section of liquid membrane, The process which a gas sprays [process] and makes said hole expand in the direction of the edge of said substrate, rotating said substrate at the rotational frequency below said critical rotational frequency, It has the process which is made to rotate said substrate maintenance means at a bigger rotational frequency than said critical rotational frequency, and said substrate to swing OFF makes dry processing liquid (claim 6).

[0012] Thus, in constituted invention (a substrate dryer and the substrate desiccation approach), a gas is sprayed on the top-face center section of a substrate, and the hole is formed in the center section of

liquid membrane. And the gas is sprayed on the top-face center section of a substrate, rotating a substrate at the rotational frequency below a critical rotational frequency. Thus, by setting a rotational frequency below to a critical rotational frequency, it is prevented that processing liquid flows and falls from the substrate edge section only according to the centrifugal force accompanying substrate rotation. Moreover, while the hole is expanded in the direction of the edge of a substrate, the processing liquid of the central site of liquid membrane pushes on a substrate edge side gradually from a central site and the ***** desiccation field spreads by spraying a gas on the top-face center section of a substrate in the condition, in connection with it, the processing liquid by the side of the substrate edge is gradually dropped from the substrate. Therefore, though it is prevented effectively that a drop remains in the top-face center section of a substrate and it carries out high-speed rotation of the substrate in the second half of desiccation processing, generating of a water mark is not accepted. Moreover, the oxygen density on the top face of a substrate can be reduced by using inert gas, such as nitrogen gas, as a gas, and generating of a water mark can be prevented more effectively.

[0013] You may constitute so that it may continue supplying a gas to the top-face center section of a substrate here also not only in the first half of desiccation processing but in the second half. Processing liquid is quickly [certainly and] removable from a substrate top face with this (claims 2 and 5).

[0014] Moreover, although especially the nozzle number in that case is not limited, you may make it prepare the minor diameter nozzle which carries out the regurgitation of the gas to the top-face center section of a substrate in spot, and the major-diameter nozzle which is arranged so that a minor diameter nozzle may be surrounded, and carries out the regurgitation of the gas to the top-face center section of a substrate, although you may make it prepare a nozzle in a gas supply means in order to carry out the regurgitation of the gas towards the top-face center section of a substrate. Thus, while constituting so that the regurgitation of the gas may be carried out to coincidence or a selection target from a minor diameter nozzle and a major-diameter nozzle when two kinds of nozzles are prepared Make a gas breathe out from a minor diameter nozzle, and a hole is formed in the center section of liquid membrane in the first half of desiccation processing. Moreover, if a gas is made to breathe out from a major-diameter nozzle and it is made to make a hole expand in the direction of the edge of a substrate, rotating a substrate maintenance means at the rotational frequency below a critical rotational frequency The time amount required for hole expansion can be shortened rather than the case where a hole is made to expand with a single nozzle, can shorten the time amount which desiccation processing takes, i.e., a tact time, and is suitable (claim 3).

[0015] Moreover, when two kinds of nozzles are prepared as mentioned above, gaseous consumption can be stopped if coincidence is made to stop the gas regurgitation from a minor diameter nozzle mostly with starting the gas regurgitation from a major-diameter nozzle (claim 4).

[0016] Furthermore, in order that this invention may attain the above-mentioned purpose, an etching reagent is supplied to the top face of a substrate. The process which removes the oxide film of the front face of the silicon layer on a substrate, and the process which supplies pure water to the top face of a substrate, and removes the etching reagent on a substrate, It has the process which supplies pure water to the top face of a substrate, and forms the liquid membrane of pure water on a substrate, and the process which dries a substrate using the substrate desiccation approach according to claim 6 (claim 7).

[0017] thus, removing the oxide film of the front face of the silicon layer on a substrate in constituted invention (the silicon oxide removal approach of a substrate) -- then, after pure water's removing the etching reagent on a substrate and forming the liquid membrane of pure water on a substrate further, the substrate is dried using the substrate desiccation approach according to claim 6. Therefore, though it is prevented effectively that a drop remains in the top-face center section of a substrate as described above and it carries out high-speed rotation of the substrate in the second half of desiccation processing, generating of a water mark is not accepted. Moreover, the oxygen density on the top face of a substrate can be reduced by using inert gas, such as nitrogen gas, as a gas, and generating of a water mark can be prevented more effectively.

[0018]

[Embodiment of the Invention] Drawing 1 is drawing showing the 1st operation gestalt of the substrate dryer concerning this invention. This substrate dryer is equipment which performs desiccation processing to glass substrate W for LCD (only henceforth "Substrate W"). This equipment is equipped with the substrate attaching part 1 holding Substrate W, the rotation mechanical component 2 which carries out the

rotation drive of that substrate attaching part 1, the gas feed zone 3 which supplies nitrogen gas towards the substrate W held at the substrate attaching part 1, and the control section 4 which controls the whole equipment as shown in drawing 1.

[0019] This substrate attaching part 1 is equipped with Substrate W, the substrate support plate 11 which has comparable flat-surface size, and the periphery support pin 12 which fixes on the top face of this substrate support plate 11, and supports the periphery section of Substrate W. In addition, the central support pin which supports the inferior-surface-of-tongue center section of Substrate W if needed may be set up from the top face of the substrate support plate 11. Moreover, although Substrate W is mechanically held with this operation gestalt, a substrate maintenance method is not limited to this, may carry out vacuum adsorption of the inferior surface of tongue of Substrate W, for example, may be held.

[0020] This substrate support plate 11 is connected with the output revolving shaft 22 of the adjustable speed motor 21 which constitutes the rotation mechanical component 2, and rotates with actuation of a motor 21. The rotation drive of the substrate W currently held at the substrate attaching part 1 is carried out by the acceleration-and-deceleration pattern mentioned later by this.

[0021] Moreover, the nozzle 31 which constitutes the gas feed zone 3 is arranged in the upper part location of the substrate attaching part 1. As shown in this drawing, the end face of this nozzle 31 is connected with the rise-and-fall rolling mechanism 32, and level rocking and rise and fall are possible for it by the rise-and-fall rolling mechanism 32 at the circumference of the center of rotation AX. Moreover, the back end section of a nozzle 31 is connected with the source 34 of nitrogen gas supply through the electro-magnetic valve 33, and while nitrogen gas is breathed out from a nozzle 31 because an electro-magnetic valve 33 opens according to the closing motion command from a control section 4, the regurgitation of nitrogen gas is stopped by closing an electro-magnetic valve 33. For this reason, if an electro-magnetic valve 33 is opened after moving the point of a nozzle 31 to the right above location of the top-face center section of Substrate W by the rise-and-fall rolling mechanism 32, nitrogen gas is supplied towards the top-face center section of Substrate W, and as it mentions later, desiccation processing to Substrate W can be performed. Moreover, after desiccation processing is completed, a nozzle 31 can be evacuated from Substrate W by the rise-and-fall rolling mechanism 32.

[0022] In addition, although Substrate W is rotated in desiccation processing with this equipment so that it may explain below, the processing cup 5 for scattering prevention is formed in the perimeter of the substrate attaching part 1 that it should prevent that processing liquid disperses around equipment at this time. In addition, this processing cup 5 is constituted possible [rise and fall], and the effluent opening 51 (52) and an exhaust port 52 (51) are established in that pars basilaris ossis occipitalis.

[0023] Next, actuation of the substrate dryer constituted as mentioned above is explained, referring to drawing 2 and drawing 3.

[0024] In this substrate dryer, washing processing and rinse processing are received, and if the substrate W with which processing liquid, such as pure water and a rinse, adheres to that top face in the shape of liquid membrane is carried in to the interior of equipment by the carrier robot (illustration abbreviation) and is laid in the substrate attaching part 1, Substrate W will be held by the periphery support pin 12 of the substrate attaching part 1. In addition, at this time, it has evacuated to the predetermined evacuation location and the nozzle 31 avoids interference with substrate carrying-in actuation.

[0025] In this way, if a carrier robot evacuates from equipment while substrate maintenance is completed, when a control section 4 controls each part of equipment according to the program memorized beforehand in the memory (illustration abbreviation) of a control section 4, each part of equipment will operate as follows, and will perform desiccation processing to Substrate W.

[0026] First, as you level-rock, and the rise-and-fall rolling mechanism 32 makes it go up and down by the circumference of the center of rotation AX and shows a nozzle 31 to drawing 1, the point of a nozzle 31 is moved to the right above location of the top-face center section of Substrate W. In addition, at this time, the electro-magnetic valve 33 is closed and supply of the nitrogen gas from a nozzle 31 stops.

[0027] And if nozzle positioning is completed, an electro-magnetic valve 33 is opened to the timing T11 of drawing 2 R> 2, nitrogen gas will be supplied towards the top-face center section of Substrate W, and the desiccation processing to Substrate W will be started. Thus, if the top face of Substrate W is made to turn and breathe out nitrogen gas, as shown in drawing 3 (a), by the nitrogen gas sprayed on the top face of Substrate W from a nozzle 31, it will be pushed away by the processing liquid of the center section of liquid membrane 61, a hole 62 will be formed in a liquid membrane center section, and the substrate front face

will be dried. In addition, the processing liquid by which it was pushed away rises in the periphery section of a hole 62, and the thickness of liquid membrane 61 serves as thickness t_2 from thickness t_1 only in the periphery part.

[0028] in this way, forming a hole 62 -- then, when it accelerates with predetermined acceleration and becomes a rotational frequency P_1 ($=PT$) until a motor 21 begins to rotate to timing T_{12} and the rotational frequency of Substrate W serves as the same value as the critical rotational frequency PT , it shifts to uniform rotation. Here, the rotational frequency of the substrate W with which the centrifugal force which acts on the processing liquid adhering to Substrate W when rotating the substrate W held at the substrate attaching part 1, and the surface tension of the processing liquid in the edge section of Substrate W become almost the same is meant as "the critical rotational frequency PT ." In addition, about the critical rotational frequency PT , although it changes mutually with factors, such as a class of the magnitude of Substrate W, a configuration, and the maximum episporium currently formed in Substrate W, and a class of processing liquid, it can ask by the numerical analysis based on these factors, or experiment.

[0029] Thus, while rotating Substrate W below at the critical rotational frequency PT , it can prevent that processing liquid flows and falls from the substrate edge section only according to the centrifugal force accompanying rotation of Substrate W. That is, at this time, the flow omission from the substrate of processing liquid is controlled by extent which is not almost. And with this operation gestalt, since nitrogen gas is succeedingly sprayed on the top-face center section of Substrate W from timing T_{11} in this condition As shown in drawing 3 (b), while the hole 62 formed previously is expanded in the direction of the edge of Substrate W (longitudinal direction of this drawing), the processing liquid of the central site of liquid membrane 61 pushes on a substrate edge side gradually from a central site and the ***** desiccation field spreads it -- following -- just -- being alike -- the processing liquid 64 by the side of the substrate edge begins to flow and fall, and is gradually dropped from Substrate W. and the great portion of processing liquid which adheres to the top face of Substrate W as shown in drawing 3 (c) removes -- having -- the first half of desiccation processing -- completing (timing T_{13}) -- it moves in the second half of desiccation processing.

[0030] In this second half, rotation of Substrate W is accelerated with blasting of nitrogen gas continued, and the rotational frequency P_2 higher than the critical rotational frequency PT and the processing liquid 65 which accelerates to a rotational frequency P_3 further, and remains in the top-face edge section of Substrate W by high-speed rotation as shown in drawing 3 (d) are shaken off. Then, while slowing down the engine speed of Substrate W by zero, an electro-magnetic valve 33 is closed, supply of nitrogen gas is suspended, and desiccation processing is completed (timing T_{15}).

[0031] According to this operation gestalt, as mentioned above, by setting the rotational frequency P_1 of Substrate W below to the critical rotational frequency PT Preventing that processing liquid flows and falls from the substrate edge section only according to the centrifugal force accompanying substrate rotation Sprayed nitrogen gas on the top-face center section of Substrate W in the condition, the hole 62 was made to expand in the direction of the edge of Substrate W, and the push **** desiccation field is gradually expanded for the processing liquid of the central site of liquid membrane 61 to the substrate edge side. Therefore, though it can prevent effectively that a drop remains in the top-face center section of Substrate W and high-speed rotation of the substrate W is carried out in the second half of desiccation processing, generating of a water mark can be prevented.

[0032] Moreover, with this operation gestalt, during desiccation processing (T_{11} – T_{15}), since nitrogen gas is continued and supplied from the nozzle 31, processing liquid is quickly [certainly and] removable from the top face of Substrate W. Moreover, by continuing supplying nitrogen gas, the oxygen density near the top face of Substrate W can be decreased, and generating of a water mark can be prevented more effectively. Thus, continuation supply of nitrogen gas can perform better desiccation processing.

[0033] Drawing 4 is drawing showing the 2nd operation gestalt of the substrate dryer concerning this invention. The nozzle which consists of the nozzle 31 311, i.e., the minor diameter nozzle, and the major-diameter nozzle 312 of double pipe structure with the 2nd operation gestalt to the point that this substrate dryer was greatly different from the previous 1st operation gestalt having been the single nozzle 31 with the 1st operation gestalt is the point for which the regurgitation [nitrogen gas] is possible independently of each nozzle 311,312. Namely, the major-diameter nozzle 312 is arranged so that the minor diameter nozzle 311 may be surrounded with this 2nd operation gestalt. The minor diameter nozzle 311 is connected with the source 34 of nitrogen gas supply through the electro-magnetic valve 35. While supply and a halt of

the nitrogen gas from the minor diameter nozzle 311 are controlled by carrying out closing motion control of the electro-magnetic valve 35 according to the closing motion command from a control section 4. The major-diameter nozzle 312 is connected with the source 34 of nitrogen gas supply through the electro-magnetic valve 33, and supply and a halt of the nitrogen gas from the major-diameter nozzle 312 are controlled by carrying out closing motion control of the electro-magnetic valve 33 according to the closing motion command from a control section 4. In addition, since it is the same as that of the 1st operation gestalt about other configurations, the same sign is attached here and explanation is omitted.

[0034] Next, it explains, referring to drawing 5 and drawing 6 about actuation of the substrate dryer constituted as mentioned above.

[0035] In this substrate dryer, if the substrate W after washing processing or rinse processing is carried in to the interior of equipment by the carrier robot (illustration abbreviation) and is laid in the substrate attaching part 1 like the 1st operation gestalt, Substrate W will be held by the periphery support pin 12 of the substrate attaching part 1. And if a carrier robot evacuates from equipment, when a control section 4 controls each part of equipment according to the program memorized beforehand in the memory (illustration abbreviation) of a control section 4, each part of equipment will operate as follows, and will perform desiccation processing to Substrate W.

[0036] First, as you level-rock, and the rise-and-fall rolling mechanism 32 makes it go up and down by the circumference of the center of rotation AX and shows a nozzle 31 to drawing 4, the point of the minor diameter nozzle 311 and the major-diameter nozzle 312 is moved to the right above location of the top-face center section of Substrate W. In addition, at this time, both the electro-magnetic valves 33 and 35 are closed, and supply of the nitrogen gas from a nozzle 311,312 stops.

[0037] And if nozzle positioning is completed, only an electro-magnetic valve 35 is opened to the timing T21 of drawing 5 R> 5, nitrogen gas will be supplied towards the top-face center section of Substrate W from the minor diameter nozzle 311, and the desiccation processing to Substrate W will be started. Thus, if the top face of Substrate W is made to turn and breathe out nitrogen gas from the minor diameter nozzle 311, as shown in drawing 6 (a), by the nitrogen gas sprayed on the top face of Substrate W from the minor diameter nozzle 311, it will be pushed away by the processing liquid of the center section of liquid membrane 61, a hole 62 will be formed in a liquid membrane center section in spot, and the substrate front face will be dried. In addition, the processing liquid by which it was pushed away rises in the periphery section of a hole 62, and the thickness of liquid membrane 61 serves as thickness t2 from thickness t1 only in the periphery part.

[0038] in this way, forming a hole 62 — then, a motor 21 begins to rotate to timing T22, and it accelerates with predetermined acceleration until the rotational frequency of Substrate W serves as the same value as the critical rotational frequency PT. In this way, since the minor diameter nozzle 311 to nitrogen gas is succeedingly sprayed on the top-face center section of Substrate W from timing T21 while it has been in the prevented condition that processing liquid flows and falls from the substrate edge section only according to the centrifugal force accompanying rotation of Substrate W. As shown in drawing 6 (b), while the hole 62 formed previously is expanded in the direction of the edge of Substrate W (longitudinal direction of this drawing), the processing liquid of the central site of liquid membrane 61 pushes on a substrate edge side gradually from a central site and the ***** desiccation field spreads. In connection with it, the processing liquid 64 by the side of the substrate edge is gradually dropped from Substrate W.

[0039] And to the timing T23 to which the rotational frequency of Substrate W reached the predetermined rotational frequency P1 (= PT), an electro-magnetic valve 33 is opened, and nitrogen gas is turned and sprayed on the top-face center section of Substrate W from the major-diameter nozzle 312 at the same time it closes an electro-magnetic valve 35 and stops the regurgitation of the nitrogen gas from the minor diameter nozzle 311, while shifting to uniform rotation actuation. As shown in drawing 6 (c), the hole 62 is further expanded in the direction of the edge of Substrate W (longitudinal direction of this drawing), and while the processing liquid of the central site of liquid membrane 61 pushes on a substrate edge side gradually from a central site and the ***** desiccation field spreads, in connection with it, the processing liquid 64 by the side of the substrate edge is gradually dropped to this timing T23 from Substrate W. The great portion of processing liquid adhering to the top face of Substrate W is removed soon, and the first half of desiccation processing is completed (timing T24).

[0040] And rotation of Substrate W is accelerated entering in the second half of desiccation processing, and continuing blasting of the nitrogen gas from the major-diameter nozzle 312 from timing T24, it

accelerates to the rotational frequency P3 higher than the critical rotational frequency PT, and the processing liquid 65 which remains in the top-face edge section of Substrate W by high-speed rotation as shown in drawing 6 (d) is shaken off. Then, while slowing down the engine speed of Substrate W by zero, an electro-magnetic valve 33 is closed, supply of nitrogen gas is suspended, and desiccation processing is completed (timing T25). In addition, the two-dot chain line shows the pattern of operation in the 1st operation gestalt in drawing 5 that the pattern (continuous line of drawing 5) of operation in the second half of the desiccation processing in the 2nd operation gestalt should be contrasted with the 1st operation gestalt.

[0041] As mentioned above, according to this operation gestalt, the same operation effectiveness as the 1st operation gestalt is acquired. Namely, by setting the rotational frequency P1 of Substrate W below to the critical rotational frequency PT Preventing that processing liquid flows and falls from the substrate edge section only according to the centrifugal force accompanying substrate rotation Spray nitrogen gas on the top-face center section of Substrate W in the condition, make the hole 62 expand in the direction of the edge of Substrate W, and since the push **** desiccation field is gradually expanded to the substrate edge side, the processing liquid of the central site of liquid membrane 61 It can prevent effectively that a drop remains in the top-face center section of Substrate W, and generating of a water mark can be prevented effectively. Moreover, during desiccation processing (T21-T25), while removing processing liquid from the top face of Substrate W certainly and quickly by continuing and supplying nitrogen gas to the top face of Substrate W from the minor diameter nozzle 311 or the major-diameter nozzle 312, generating of a water mark is prevented more effectively.

[0042] Moreover, with this 2nd operation gestalt, nitrogen gas was first supplied from the minor diameter nozzle 311, the hole 62 was formed in liquid membrane 61 in spot, nitrogen gas was sprayed on the top face of Substrate W from the major-diameter nozzle 312 in the phase in which the hole 62 spread to some extent, and the hole 62 is extended further. For this reason, compared with the 1st operation gestalt using the single nozzle 31, a hole 62 can be formed certainly, that hole 62 can be extended efficiently, and the first half of desiccation processing can be certainly performed rather than the 1st operation gestalt. Moreover, the regurgitation origin of nitrogen gas is changed from the minor diameter nozzle 311 to the major-diameter nozzle 312 to timing T23, and the consumption of nitrogen gas can be controlled by this. However, you may make it make a part of nitrogen gas regurgitation from the minor diameter nozzle 311, and nitrogen gas regurgitation from the major-diameter nozzle 312 overlap changing the regurgitation origin of nitrogen gas completely in this way like the 3rd operation gestalt shown in not the requirements for an indispensable configuration but drawing 7 and drawing 8 of this invention.

[0043] Drawing 7 is drawing showing actuation of the 3rd operation gestalt of the substrate dryer concerning this invention. Moreover, drawing 8 is drawing showing desiccation processing with the 3rd operation gestalt typically. In addition, the equipment configuration of the substrate dryer concerning the 3rd operation gestalt is the same as that of the 2nd operation gestalt.

[0044] Also in this 3rd operation gestalt, if the substrate W after washing processing or rinse processing is carried in to the interior of equipment by the carrier robot (illustration abbreviation) and is laid in the substrate attaching part 1 like the 1st operation gestalt, Substrate W will be held by the periphery support pin 12 of the substrate attaching part 1. And if a carrier robot evacuates from equipment, when a control section 4 controls each part of equipment according to the program memorized beforehand in the memory (illustration abbreviation) of a control section 4, each part of equipment will operate as follows, and will perform desiccation processing to Substrate W.

[0045] First, as you level-rock, and the rise-and-fall rolling mechanism 32 makes it go up and down by the circumference of the center of rotation AX and shows a nozzle 31 to drawing 4, the point of the minor diameter nozzle 311 and the major-diameter nozzle 312 is moved to the right above location of the top-face center section of Substrate W. In addition, at this time, both the electro-magnetic valves 33 and 35 are closed, and supply of the nitrogen gas from a nozzle 311,312 stops.

[0046] And if nozzle positioning is completed, only an electro-magnetic valve 35 is opened to the timing T31 of drawing 7 R> 7, nitrogen gas will be supplied towards the top-face center section of Substrate W from the minor diameter nozzle 311, and the desiccation processing to Substrate W will be started. Thus, if the top face of Substrate W is made to turn and breathe out nitrogen gas from the minor diameter nozzle 311, as shown in drawing 8 (a), by the nitrogen gas sprayed on the top face of Substrate W from a nozzle 31, it will be pushed away by the processing liquid of the center section of liquid membrane 61, a hole 62

will be formed in a liquid membrane center section in spot, and the substrate front face will be dried. [0047] And with this 3rd operation gestalt, an electro-magnetic valve 33 is also opened to the timing T32 before rotation initiation of a motor 21, and nitrogen gas is sprayed towards the top-face center section of Substrate W from both the minor diameter nozzle 311 and the major-diameter nozzle 312 (drawing 8 (b)). Therefore, with this 3rd operation gestalt, the nitrogen capacity per [which is supplied to Substrate W] unit time amount has increased compared with the 2nd operation gestalt, and the rate which the hole 62 formed previously expands in the direction of the edge of Substrate W (longitudinal direction of this drawing) is large.

[0048] Moreover, when it accelerates with predetermined acceleration and becomes a rotational frequency P1 (=PT) until a motor 21 begins to rotate with the condition of having increased the nitrogen capacity per unit time amount in this way and the rotational frequency of Substrate W serves as the same value as the critical rotational frequency PT, it shifts to uniform rotation. An electro-magnetic valve 35 is closed to this timing T33, and the regurgitation of the nitrogen gas from the minor diameter nozzle 311 is stopped. As shown in drawing 8 (c), the hole 62 is further expanded in the direction of the edge of Substrate W (longitudinal direction of this drawing), and while the processing liquid of the central site of liquid membrane 61 pushes on a substrate edge side gradually from a central site and the ***** desiccation field spreads, in connection with it, the processing liquid 64 by the side of the substrate edge is gradually dropped to this timing T33 from Substrate W. The great portion of processing liquid adhering to the top face of Substrate W is removed soon, and the first half of desiccation processing is completed (timing T34).

[0049] And rotation of Substrate W is accelerated entering in the second half of desiccation processing, and continuing blasting of the nitrogen gas from the major-diameter nozzle 312 from timing T34, it accelerates to the rotational frequency P3 higher than the critical rotational frequency PT, and the processing liquid 65 which remains in the top-face edge section of Substrate W by high-speed rotation as shown in drawing 8 (d) is shaken off. Then, while slowing down the engine speed of Substrate W by zero, an electro-magnetic valve 33 is closed, supply of nitrogen gas is suspended, and desiccation processing is completed (timing T35). In addition, the two-dot chain line shows the pattern of operation in the 2nd operation gestalt in drawing 7 that the pattern (continuous line of drawing 7) of operation in the second half of the desiccation processing in the 3rd operation gestalt should be contrasted with the 2nd operation gestalt.

[0050] As mentioned above, with the 3rd operation gestalt, since nitrogen gas was sprayed on the top face of Substrate W from both the minor diameter nozzle 311 and the major-diameter nozzle 312 in a part of first half of desiccation processing and the hole 62 is expanded in the direction of the edge of Substrate W (longitudinal direction of drawing 8), in addition to the same operation effectiveness as the 1st operation gestalt, the base dryer concerning the 3rd operation gestalt has the operation effectiveness peculiar to the 3rd operation gestalt. That is, according to this substrate dryer, the time amount required in the first half of desiccation processing compared with the 2nd operation gestalt constituted so that the regurgitation of the nitrogen gas might always be carried out from either the minor diameter nozzle 311 and the major-diameter nozzle 312 can be shortened, the tact time of equipment can be shortened, and a throughput can be raised.

[0051] In addition, this invention can make various change in addition to what was mentioned above unless it is not limited to the above-mentioned operation gestalt and deviated from the meaning. For example, with the above-mentioned operation gestalt, although nitrogen gas is supplied to the top face of Substrate W as a "gas" of this invention, if it is the gas component which does not have a bad influence to Substrate W, this gas component may be supplied as a "gas" of this invention instead of nitrogen gas.

[0052] Moreover, with the above-mentioned operation gestalt, although the rotational frequency P1 of the substrate W in the first half of desiccation processing is made in agreement with the critical rotational frequency PT, even if it makes it set it as a rotational frequency (> 0) smaller than this critical rotational frequency PT, the same operation effectiveness as the above-mentioned operation gestalt can be acquired.

[0053] Moreover, what is necessary is not to limit this change timing to this and just to change it during the first half of desiccation processing, although the supply origin of nitrogen gas is changed in the 2nd operation gestalt to the timing T23 to which the rotational frequency of Substrate W reached the predetermined rotational frequency P1. Moreover, although the regurgitation of the nitrogen gas from the

minor diameter nozzle 311 is stopped in the 3rd operation gestalt to the timing T33 to which the rotational frequency of Substrate W reached the predetermined rotational frequency P1, this regurgitation halt timing is not limited to this, and should just be made to perform a regurgitation halt for desiccation processing to the timing of the arbitration by the termination point in time (timing T35).

[0054] Furthermore, although the above-mentioned operation gestalt explained the case where this invention is applied to the equipment which performs substrate desiccation specially, the candidate of this invention for application is not limited to this, and after it performs washing processing, etching processing, exfoliation processing, etc. within the substrate processor equipped with the substrate desiccation function, for example, the same equipment, it is applicable [candidate] in this invention also to the substrate processor perform substrate desiccation processing. In order to form an amorphous silicon layer on a glass substrate in the process which forms a low-temperature polish recon thin film transistor in the glass substrate for liquid crystal displays and to remove the natural oxidation film of the front face, specifically, the equipment which carries out light etching is raised.

[0055]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-31545

(P2003-31545A)

(43) 公開日 平成15年1月31日 (2003.1.31)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード [*] (参考)
H 0 1 L 21/304	6 5 1	H 0 1 L 21/304	6 5 1 L 2 H 0 8 8
	6 4 3		6 4 3 A 2 H 0 9 0
	6 5 1		6 5 1 B 3 B 2 0 1
B 0 8 B 3/02		B 0 8 B 3/02	B 3 L 1 1 3
F 2 6 B 5/00		F 2 6 B 5/00	5 F 0 4 3

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 11 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2001-211774(P2001-211774)

(22) 出願日 平成13年7月12日 (2001.7.12)

(71) 出願人 000207551

大日本スクリーン製造株式会社

京都府京都市上京区堀川通寺之内上る4丁

目天神北町1番地の1

(72) 発明者 上野 幸一

京都府京都市上京区堀川通寺之内上る4丁

目天神北町1番地の1 大日本スクリーン

製造株式会社内

(74) 代理人 100105935

弁理士 坂角 正一 (外1名)

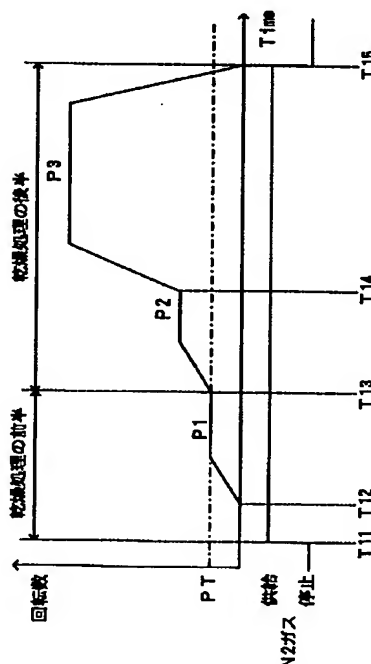
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 基板乾燥装置、基板乾燥方法および基板のシリコン酸化膜除去方法

(57) 【要約】

【課題】 その上面に純水やリンス液などの処理液が液膜状に付着する基板を乾燥させる基板乾燥装置、基板乾燥方法および基板のシリコン酸化膜除去方法において、その乾燥処理中にウォーターマークが発生するのを防止する。

【解決手段】 乾燥処理の前半において、まず基板の上面中央部に窒素ガスを吹き付けてホールを形成する。そして、基板の回転数 P 1 を臨界回転数 P T 以下に設定することにより、基板回転に伴う遠心力のみによって基板端縁部から処理液が流れ落ちるのを防止しながら、その状態で窒素ガスを基板の上面中央部にさらに吹き付けてホールを基板の端縁方向に拡大させていき、液膜の中央側の処理液を基板端縁側に徐々に押し遣られて乾燥領域を拡大している。これにより、基板の上面中央部に液滴が残るのを防止し、ウォーターマークの発生を阻止する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 その上面に処理液が液膜状に付着する基板を乾燥させる基板乾燥装置において、
前記基板を略水平状態で保持する基板保持手段と、
前記基板保持手段を回転駆動する回転駆動手段と、
前記基板保持手段に保持された基板の上面中央部に向けて気体を吹き付ける気体供給手段と、
前記回転駆動手段および前記気体供給手段を制御する制御手段とを備え、

前記基板保持手段に保持された基板を回転させた際に該 10
基板に付着する処理液に作用する遠心力と、該基板の端縁部における処理液の表面張力とがほぼ同一となる該基板の回転数を臨界回転数としたとき、
前記制御手段は、乾燥処理の前半で前記基板の上面中央部に気体を吹き付けて液膜の中央部にホールを形成するとともに、前記基板保持手段を前記臨界回転数以下の回転数で回転させながら気体の吹き付けて前記ホールを前記基板の端縁方向に拡大させた後、乾燥処理の後半で前記基板保持手段を前記臨界回転数よりも大きな回転数で回転させて処理液を前記基板から振り切って乾燥させる 20
ことを特徴とする基板乾燥装置。

【請求項 2】 前記気体供給手段は前記基板の上面中央部に向けて気体を吐出するノズルを有しており、しかも、
前記制御手段は、前記乾燥処理の間、前記ノズルから前記基板の上面中央部に向けて継続して吐出する請求項 1 記載の基板乾燥装置。

【請求項 3】 前記気体供給手段は、前記基板の上面中央部に気体をスポット的に吐出する小径ノズルと、前記小径ノズルを取り囲むように配置されて前記基板の上面 30
中央部に気体を吐出する大径ノズルとを有し、前記小径ノズルおよび前記大径ノズルから気体を同時に、あるいは選択的に吐出可能となっており、しかも、
前記制御手段は、乾燥処理の前半で、前記小径ノズルから気体を吐出させて液膜の中央部にホールを形成し、また前記基板保持手段を前記臨界回転数以下の回転数で回転させながら前記大径ノズルから気体を吐出させて前記ホールを前記基板の端縁方向に拡大させる請求項 1 記載の基板乾燥装置。

【請求項 4】 前記制御手段は、前記大径ノズルからの 40
気体吐出を開始するのとほぼ同時に、前記小径ノズルからの気体吐出を停止する請求項 3 記載の基板乾燥装置。

【請求項 5】 前記制御手段は、前記乾燥処理の間、前記小径ノズルおよび前記大径ノズルのうち少なくとも一方から前記基板の上面中央部に向けて気体を継続して吐出する請求項 3 または 4 記載の基板乾燥装置。

【請求項 6】 その上面に処理液が液膜状に付着する基板を乾燥させる基板乾燥方法において、
基板を回転させた際に該基板に付着する処理液に作用する遠心力と、該基板の端縁部における処理液の表面張力 50

とがほぼ同一となる該基板の回転数を臨界回転数としたとき、
略水平状態で保持された基板の上面中央部に気体を吹き付けて液膜の中央部にホールを形成する工程と、
前記基板を前記臨界回転数以下の回転数で回転させながら気体の吹き付けて前記ホールを前記基板の端縁方向に拡大させる工程と、
前記基板保持手段を前記臨界回転数よりも大きな回転数で回転させて処理液を前記基板から振り切って乾燥させる工程とを備えたことを特徴とする基板乾燥方法。

【請求項 7】 基板の上面にエッチング液を供給して、前記基板上のシリコン層の表面の酸化膜を除去する工程と、
前記基板の上面に純水を供給して前記基板上のエッチング液を除去する工程と、
前記基板の上面に純水を供給して前記基板上に純水の液膜を形成する工程と、
請求項 6 に記載の基板乾燥方法を用いて前記基板を乾燥させる工程と、を備えたことを特徴とする基板のシリコン酸化膜除去方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、その上面に純水やリンス液などの処理液が液膜状に付着する基板を乾燥させる基板乾燥装置、基板乾燥方法および基板のシリコン酸化膜除去方法に関するものである。なお、この明細書における「基板」には、半導体ウエハ、フォトマスク用ガラス基板、液晶表示装置（LCD）用ガラス基板、プラズマ表示用ガラス基板、光ディスク用基板などの各種基板が含まれる。

【0002】

【従来の技術】半導体装置や液晶表示装置などの製造工程では、純水やリンス液などの処理液による洗浄処理やリンス処理が行われた後、基板上面に液膜状に付着する処理液を除去すべく、いわゆるスピン乾燥処理が行われることがある。このスピン乾燥処理を実行する基板乾燥装置としては、例えば特許第 2922754 号の特許掲載公報に記載された装置が知られている。

【0003】この基板乾燥装置は、基板を水平姿勢で上面に載置して保持するチャックを有している。このチャックは、鉛直軸回りに回転自在に支持され、回転駆動機構によって回転駆動されるようになっている。また、チャックの上方側には、上側ブローノズルが配設されている。この上側ブローノズルの先端の吹出口は、チャックに保持された基板の上面中心部に近接して対向しており、基板の上面中心部に向けて真上から乾燥用空気を吹き付けることができるようになっている。

【0004】そして、洗浄処理を終えて上面全体が処理液（純水など）の液膜で被覆された状態の基板が、チャックの上面に水平姿勢で載置保持されると、この状態

で、まず、上側ブローノズルが作動し、その先端の吹き出し口から真下の基板の上面中心部に向けて乾燥用空気が吹き付けられる。これにより、基板の上面中心部に円形状の液切れ部（ホール）が形成され、その部分が乾燥される。また、それに続いて、回転駆動機構によってチャックが始動し、所定回転数まで基板が加速回転されて低速回転中に基板上の液体の大半が除去された後、さらに回転数が上げられて高速回転して残りの処理液を振り切って基板を完全に乾燥させる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上記従来装置では、基板の上面に形成された液膜の中心部に円形状の液切れ部（ホール）を形成した後、基板を回転させて液切れ部を基板端縁方向に広げているが、その際の回転数は低速といっても200rpmであり、その回転により処理液に与えられる遠心力は基板端縁部における処理液の表面張力よりも大きく、遠心力の作用によって処理液が基板端縁部から振り切られている。このため、基板の上面中央部からその周囲にかけて液滴が残り、乾燥処理の後半で高速回転させた際に液滴が基板上面を走り、この液滴の移動跡にウォーターマークが形成されてしまい、これが大きな問題を引き起こすことがあった。

【0006】例えば、液晶表示用ガラス基板上に低温ポリシリコン薄膜トランジスタを形成する場合、ガラス基板上にアモルファスシリコン層を形成し、そのアモルファスシリコン層の表面の自然酸化膜を除去した後にレーザービームによりアニールして溶融再結晶化するレーザーアニール法が近年多用されている。このように基板上面に形成されるアモルファスシリコン層は、その表面をライトエッチング処理して酸化膜除去を行った後には、強い撥水性を有しているために、上記200rpm程度の回転数であっても、乾燥処理中に処理液の液滴が疎らに形成されてしまい、ウォーターマークが形成されてしまう。その結果、これが原因で形成したトランジスタ素子の特性が局所的に変化するなどの不具合が発生し、製品品質が低下し、歩留りの低下を招いてしまうという問題があった。

【0007】なお、このような問題は、ガラス基板上にアモルファスシリコン層が形成された場合のみ発生するものではなく、例えば液晶表示装置の製造過程でガラス基板にポリイミド系材料等よりなる配向膜を形成した場合にも生じるものであり、撥水性材料よりなる膜が形成された基板に対して洗浄・乾燥処理を実行する際に生じる一般的な問題である。

【0008】この発明は上記課題に鑑みなされたものであり、その上面に純水やリンス液などの処理液が液膜状に付着する基板を乾燥させる基板乾燥装置、基板乾燥方法および基板のシリコン酸化膜除去方法において、その乾燥処理中にウォーターマークが発生するのを防止することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】この発明は、その上面に処理液が液膜状に付着する基板を乾燥させる基板乾燥装置および基板乾燥方法である。

【0010】この基板乾燥装置は、上記目的を達成するために、前記基板を略水平状態で保持する基板保持手段と、前記基板保持手段を回転駆動する回転駆動手段と、前記基板保持手段に保持された基板の上面中央部に向けて気体を吹き付ける気体供給手段と、前記回転駆動手段および前記気体供給手段を制御する制御手段とを備え、前記基板保持手段に保持された基板を回転させた際に該基板に付着する処理液に作用する遠心力と、該基板の端縁部における処理液の表面張力とがほぼ同一となる該基板の回転数を臨界回転数としたとき、前記制御手段によって前記回転駆動手段および前記気体供給手段を制御することによって、乾燥処理の前半で前記基板の上面中央部に気体を吹き付けて液膜の中央部にホールを形成するとともに、前記基板保持手段を前記臨界回転数以下の回転数で回転させながら気体の吹き付けて前記ホールを前記基板の端縁方向に拡大させた後、乾燥処理の後半で前記基板保持手段を前記臨界回転数よりも大きな回転数で回転させて処理液を前記基板から振り切って乾燥させている（請求項1）。

【0011】また、この基板乾燥方法は、基板を回転させた際に該基板に付着する処理液に作用する遠心力と、該基板の端縁部における処理液の表面張力とがほぼ同一となる該基板の回転数を臨界回転数としたとき、略水平状態で保持された基板の上面中央部に気体を吹き付けて液膜の中央部にホールを形成する工程と、前記基板を前記臨界回転数以下の回転数で回転させながら気体の吹き付けて前記ホールを前記基板の端縁方向に拡大させる工程と、前記基板保持手段を前記臨界回転数よりも大きな回転数で回転させて処理液を前記基板から振り切って乾燥させる工程とを備えている（請求項6）。

【0012】このように構成された発明（基板乾燥装置および基板乾燥方法）では、基板の上面中央部に気体を吹き付けて液膜の中央部にホールを形成している。そして、基板を臨界回転数以下の回転数で回転させながら気体を基板の上面中央部に吹き付けている。このように回転数を臨界回転数以下に設定することにより、基板回転に伴う遠心力のみによって基板端縁部から処理液が流れ落ちるのが防止されている。また、その状態で気体が基板の上面中央部に吹き付けられることによってホールが基板の端縁方向に拡大していき、液膜の中央側の処理液が中央側から基板端縁側に徐々に押し遣られて乾燥領域が広がっていくとともに、それに伴って基板端縁側の処理液が基板から徐々に落とされていく。したがって、基板の上面中央部に液滴が残るのが効果的に防止され、乾燥処理の後半で基板を高速回転させたとしても、ウォーターマークの発生は認められない。また、気体として窒素

ガスなどの不活性ガスを用いることで基板上面の酸素濃度を低下させてウォータマークの発生をより効果的に防止することができる。

【0013】ここで、乾燥処理の前半のみならず、後半においても気体を基板の上面中央部に供給し続けるように構成してもよい。これによって処理液を確実に、しかも迅速に基板上面から除去することができる（請求項2および5）。

【0014】また、基板の上面中央部に向けて気体を吐出するために、気体供給手段にノズルを設けるようにしてもよいが、その場合のノズル本数は特に限定されるものではないが、基板の上面中央部に気体をスポット的に吐出する小径ノズルと、小径ノズルを取り囲むように配置されて基板の上面中央部に気体を吐出する大径ノズルとを設けるようにしてもよい。このように2種類のノズルを設けた場合、小径ノズルおよび大径ノズルから気体を同時に、あるいは選択的に吐出するように構成するとともに、乾燥処理の前半で、小径ノズルから気体を吐出させて液膜の中央部にホールを形成し、また基板保持手段を臨界回転数以下の回転数で回転させながら大径ノズルから気体を吐出させてホールを基板の端縁方向に拡大させるようにすれば、ホール拡大のために要する時間が、単一のノズルでホールを拡大させる場合よりも短縮することができ、乾燥処理に要する時間、つまりタクトタイムを短縮することができ、好適である（請求項3）。

【0015】また、上記のように2種類のノズルを設けた場合、大径ノズルからの気体吐出を開始するのとほぼ同時に、小径ノズルからの気体吐出を停止させると、気体の消費量を抑えることができる（請求項4）。

【0016】さらに、この発明は、上記目的を達成するため、基板の上面にエッチング液を供給して、基板上のシリコン層の表面の酸化膜を除去する工程と、基板の上面に純水を供給して基板上のエッチング液を除去する工程と、基板の上面に純水を供給して基板上に純水の液膜を形成する工程と、請求項6に記載の基板乾燥方法を用いて基板を乾燥させる工程と、を備えている（請求項7）。

【0017】このように構成された発明（基板のシリコン酸化膜除去方法）では、基板上のシリコン層の表面の酸化膜を除去するのに続いて、純水により基板上のエッチング液を除去し、さらに基板上に純水の液膜を形成した後、請求項6に記載の基板乾燥方法を用いて基板を乾燥させている。そのため、上記したように基板の上面中央部に液滴が残るのが効果的に防止され、乾燥処理の後半で基板を高速回転させたとしても、ウォータマークの発生は認められない。また、気体として窒素ガスなどの不活性ガスを用いることで基板上面の酸素濃度を低下させてウォータマークの発生をより効果的に防止することができる。

【0018】

【発明の実施の形態】図1は、この発明にかかる基板乾燥装置の第1実施形態を示す図である。この基板乾燥装置は、LCD用ガラス基板W（以下、単に「基板W」という）に対して乾燥処理を行う装置である。この装置は、図1に示すように、基板Wを保持する基板保持部1と、その基板保持部1を回転駆動する回転駆動部2と、基板保持部1に保持される基板Wに向けて窒素ガスを供給する気体供給部3と、装置全体を制御する制御部4とを備えている。

【0019】この基板保持部1は、基板Wと同程度の平面サイズを有する基板支持板11と、この基板支持板11の上面に固着されて基板Wの周縁部を支持する周縁支持ピン12とを備えている。なお、必要に応じて基板Wの下面中央部を支持する中央支持ピンを基板支持板11の上面から立設してもよい。また、この実施形態では基板Wを機械的に保持しているが、基板保持方式はこれに限定されるものではなく、例えば基板Wの下面を真空吸着して保持してもよい。

【0020】この基板支持板11は、回転駆動部2を構成する可変速モータ21の出力回転軸22に連結されており、モータ21の作動に伴って回転する。これによって、基板保持部1に保持されている基板Wは後述する加減速パターンで回転駆動される。

【0021】また、基板保持部1の上方位置には、気体供給部3を構成するノズル31が配置されている。このノズル31の基端は、同図に示すように、昇降回転機構32に連結されており、昇降回転機構32によって回転中心AX周りで水平揺動および昇降可能となっている。

また、ノズル31の後端部は電磁バルブ33を介して窒素ガス供給源34と接続されており、制御部4からの開閉指令に応じて電磁バルブ33が開くことでノズル31から窒素ガスが吐出される一方、電磁バルブ33を閉じることで窒素ガスの吐出が停止される。このため、昇降回転機構32によりノズル31の先端部を基板Wの上面中央部の直上位置に移動させた後、電磁バルブ33を開くと、基板Wの上面中央部に向けて窒素ガスが供給され、後述するようにして基板Wに対する乾燥処理を実行することができる。また、乾燥処理が終了すると、昇降回転機構32によりノズル31を基板Wから退避させることができる。

【0022】なお、この装置では、次に説明するように乾燥処理において基板Wを回転させるが、このとき処理液が装置周辺に飛散するのを防止すべく、基板保持部1の周囲に、飛散防止用の処理カップ5が設けられている。なお、この処理カップ5は昇降可能に構成され、その底部には排液口51（52）や排気口52（51）が設けられている。

【0023】次に、上記のように構成された基板乾燥装置の動作について、図2および図3を参照しつつ説明す

る。

【0024】この基板乾燥装置では、洗浄処理やリンス処理を受け、その上面に純水やリンス液などの処理液が液膜状に付着する基板Wが搬送ロボット（図示省略）によって装置内部に搬入され、基板保持部1に載置されると、基板保持部1の周縁支持ピン12で基板Wを保持する。なお、このとき、ノズル31は所定の退避位置に退避しており、基板搬入動作との干渉を避けている。

【0025】こうして基板保持が完了するとともに、搬送ロボットが装置から退避すると、制御部4のメモリ（図示省略）に予め記憶されているプログラムにしたがって制御部4が装置各部を制御することによって、装置各部が以下のように動作して基板Wに対する乾燥処理を実行する。

【0026】まず、昇降回転機構32がノズル31を回転中心AX周りで水平揺動および昇降させて図1に示すようにノズル31の先端部を基板Wの上面中央部の直上位置に移動させる。なお、このとき、電磁バルブ33は閉じており、ノズル31からの窒素ガスの供給は停止されている。

【0027】そして、ノズル位置決めが完了すると、図2のタイミングT11で電磁バルブ33を開き、基板Wの上面中央部に向けて窒素ガスが供給されて基板Wに対する乾燥処理が開始される。このように窒素ガスを基板Wの上面に向けて吐出させると、図3（a）に示すように、ノズル31から基板Wの上面に吹き付けられる窒素ガスによって液膜61の中央部の処理液が押し退けられて液膜中央部にホール62が形成され、その基板表面が乾燥される。なお、押し退けられた処理液はホール62の外周部で盛り上がり、その外周部分でのみ液膜61の膜厚が厚みt1から厚みt2となっている。

【0028】こうしてホール62を形成するのに続いて、タイミングT12でモータ21が回転し始め、基板Wの回転数が臨界回転数PTと同一値となるまで所定の加速度で加速し、回転数P1（＝PT）となった時点で等速回転に移行する。ここで、「臨界回転数PT」とは、基板保持部1に保持された基板Wを回転させた際に基板Wに付着する処理液に作用する遠心力と、基板Wの端縁部における処理液の表面張力とがほぼ同一となる基板Wの回転数を意味している。なお、臨界回転数PTについては、基板Wの大きさや形状、基板Wに形成されている最上膜の種類および処理液の種類などの要因により相互に異なるものであるが、これらの要因に基づく数値解析、あるいは実験によって求めることができる。

【0029】このように臨界回転数PT以下で基板Wを回転させている間、基板Wの回転に伴う遠心力のみによって基板端縁部から処理液が流れ落ちるのが防止することができる。すなわち、この時点では、処理液の基板からの流れ落ちはほとんどない程度に抑制されている。そして、この実施形態では、この状態でタイミングT1

1から引き続き窒素ガスを基板Wの上面中央部に吹き付けているので、図3（b）に示すように、先に形成されたホール62が基板Wの端縁方向（同図の左右方向）に拡大していき、液膜61の中央側の処理液が中央側から基板端縁側に徐々に押し遣られて乾燥領域が広がっていくとともに、それに伴ってついには基板端縁側の処理液64が基板Wから流れ落ちはじめ、徐々に落とされていく。そして、図3（c）に示すように基板Wの上面に付着する処理液の大半が除去されて乾燥処理の前半が完了する（タイミングT13）と、乾燥処理の後半に移る。

【0030】この後半においては、窒素ガスの吹き付けを継続したまま基板Wの回転を加速して臨界回転数PTよりも高い回転数P2、さらには回転数P3まで加速し、高速回転によって、図3（d）に示すように基板Wの上面端縁部に残存している処理液65を振り切る。その後、基板Wの回転数をゼロまでに減速するとともに、電磁バルブ33を閉じて窒素ガスの供給を停止して乾燥処理を完了する（タイミングT15）。

【0031】以上のように、この実施形態によれば、基板Wの回転数P1を臨界回転数PT以下に設定することにより、基板回転に伴う遠心力のみによって基板端縁部から処理液が流れ落ちるのを防止しながら、その状態で窒素ガスを基板Wの上面中央部に吹き付けてホール62を基板Wの端縁方向に拡大させていき、液膜61の中央側の処理液を基板端縁側に徐々に押し遣り乾燥領域を拡大している。したがって、基板Wの上面中央部に液滴が残るのを効果的に防止することができ、乾燥処理の後半で基板Wを高速回転させたとしても、ウォーターマークの発生を阻止することができる。

【0032】また、この実施形態では、乾燥処理の間（T11～T15）、ノズル31から窒素ガスを継続して供給しているので、処理液を確実に、しかも迅速に基板Wの上面から除去することができる。また、窒素ガスを供給し続けることにより基板Wの上面近傍の酸素濃度を減少させることができ、ウォーターマークの発生をより効果的に防止することができる。このように窒素ガスの連続供給によって、より良好な乾燥処理を行うことができる。

【0033】図4は、この発明にかかる基板乾燥装置の第2実施形態を示す図である。この基板乾燥装置が先の第1実施形態と大きく相違する点は、第1実施形態では単一ノズル31であったのに対し、第2実施形態では二重管構造のノズル31、つまり小径ノズル311と大径ノズル312からなるノズルが用いられており、各ノズル311、312から独立して窒素ガスを吐出可能となっている点である。すなわち、この第2実施形態では小径ノズル311を取り囲むように大径ノズル312が配置されており、小径ノズル311は電磁バルブ35を介して窒素ガス供給源34と接続されており、制御部4からの開閉指令に応じて電磁バルブ35を開閉制御するこ

10

20

30

40

50

とで小径ノズル311からの窒素ガスの供給・停止が制御される一方、大径ノズル312は電磁バルブ33を介して窒素ガス供給源34と接続されており、制御部4からの開閉指令に応じて電磁バルブ33を開閉制御することで大径ノズル312からの窒素ガスの供給・停止が制御される。なお、その他の構成については第1実施形態と同一であるため、ここでは同一符号を付して説明を省略する。

【0034】次に、上記のように構成された基板乾燥装置の動作について図5および図6を参照しつつ説明する。

【0035】この基板乾燥装置では、第1実施形態と同様に、洗浄処理やリンス処理後の基板Wが搬送ロボット（図示省略）によって装置内部に搬入され、基板保持部1に載置されると、基板保持部1の周縁支持ピン12で基板Wを保持する。そして、搬送ロボットが装置から退避すると、制御部4のメモリ（図示省略）に予め記憶されているプログラムにしたがって制御部4が装置各部を制御することによって、装置各部が以下のように動作して基板Wに対する乾燥処理を実行する。

【0036】まず、昇降回転機構32がノズル31を回転中心AX周りで水平揺動および昇降させて図4に示すように小径ノズル311および大径ノズル312の先端部を基板Wの上面中央部の直上位置に移動させる。なお、このとき、両電磁バルブ33、35は閉じており、ノズル311、312からの窒素ガスの供給は停止されている。

【0037】そして、ノズル位置決めが完了すると、図5のタイミングT21で電磁バルブ35のみを開き、小径ノズル311から基板Wの上面中央部に向けて窒素ガスが供給されて基板Wに対する乾燥処理が開始される。このように窒素ガスを小径ノズル311から基板Wの上面に向けて吐出させると、図6(a)に示すように、小径ノズル311から基板Wの上面に吹き付けられる窒素ガスによって液膜61の中央部の処理液が押し退けられて液膜中央部にホール62がスポット的に形成され、その基板表面が乾燥される。なお、押し退けられた処理液はホール62の外周部で盛り上がり、その外周部分でのみ液膜61の膜厚が厚みt1から厚みt2となっている。

【0038】こうしてホール62を形成するのに続いて、タイミングT22でモータ21が回転し始め、基板Wの回転数が臨界回転数PTと同一値となるまで所定の加速度で加速する。こうして、基板Wの回転に伴う遠心力のみによって基板端縁部から処理液が流れ落ちるのが防止された状態のままタイミングT21から引き続き小径ノズル311から窒素ガスを基板Wの上面中央部に吹き付けているので、図6(b)に示すように、先に形成されたホール62が基板Wの端縁方向（同図の左右方向）に拡大していき、液膜61の中央側の処理液が中央

側から基板端縁側に徐々に押し遣られて乾燥領域が広がっていくとともに、それに伴って基板端縁側の処理液64が基板Wから徐々に落とされていく。

【0039】そして、基板Wの回転数が所定の回転数P1(=PT)に達したタイミングT23で、等速回転動作に移行する一方、電磁バルブ35を閉じて小径ノズル311からの窒素ガスの吐出を停止すると同時に、電磁バルブ33を開いて大径ノズル312から窒素ガスを基板Wの上面中央部に向けて吹き付ける。このタイミングT23では、図6(c)に示すようにホール62が基板Wの端縁方向（同図の左右方向）にさらに拡大していき、液膜61の中央側の処理液が中央側から基板端縁側に徐々に押し遣られて乾燥領域が広がっていくとともに、それに伴って基板端縁側の処理液64が基板Wから徐々に落とされていく。やがて、基板Wの上面に付着する処理液の大半が除去されて乾燥処理の前半が完了する（タイミングT24）。

【0040】そして、タイミングT24より乾燥処理の後半に入り、大径ノズル312からの窒素ガスの吹き付けを継続したまま基板Wの回転を加速して臨界回転数PTよりも高い回転数P3まで加速し、高速回転によって、図6(d)に示すように基板Wの上面端縁部に残存している処理液65を振り切る。その後、基板Wの回転数をゼロまでに減速するとともに、電磁バルブ33を閉じて窒素ガスの供給を停止して乾燥処理を完了する（タイミングT25）。なお、第2実施形態における乾燥処理の後半における動作パターン（図5の実線）を第1実施形態と対比すべく、図5中に第1実施形態における動作パターンを2点鎖線で示している。

【0041】以上のように、この実施形態によれば、第1実施形態と同様の作用効果が得られる。すなわち、基板Wの回転数P1を臨界回転数PT以下に設定することにより、基板回転に伴う遠心力のみによって基板端縁部から処理液が流れ落ちるのを防止しながら、その状態で窒素ガスを基板Wの上面中央部に吹き付けてホール62を基板Wの端縁方向に拡大させていき、液膜61の中央側の処理液を基板端縁側に徐々に押し遣り乾燥領域を拡大しているので、基板Wの上面中央部に液滴が残るのを効果的に防止し、ウォータマークの発生を効果的に阻止することができる。また、乾燥処理の間（T21～T25）、小径ノズル311または大径ノズル312から基板Wの上面に窒素ガスを継続して供給することによって、処理液を確実に、しかも迅速に基板Wの上面から除去するとともに、ウォータマークの発生をより効果的に防止している。

【0042】また、この第2実施形態では、まず最初に小径ノズル311から窒素ガスを供給して液膜61にスポット的にホール62を形成し、ある程度ホール62が広がった段階で大径ノズル312から窒素ガスを基板Wの上面に吹き付けてホール62をさらに広げている。こ

のため、単一のノズル 31 を用いた第 1 実施形態に比べてホール 62 を確実に形成し、そのホール 62 を効率よく広げることができ、乾燥処理の前半を第 1 実施形態よりも確実に実行することができる。また、タイミング T23 で窒素ガスの吐出元を小径ノズル 311 から大径ノズル 312 に切り替えており、これによって窒素ガスの消費量を抑制することができる。ただし、窒素ガスの吐出元をこのように完全に切り替えることは本発明の必須構成要件ではなく、例えば図 7 および図 8 に示す第 3 実施形態の如く小径ノズル 311 からの窒素ガス吐出と大径ノズル 312 からの窒素ガス吐出とを一部オーバーラップさせるようにしてもよい。

【0043】図 7 は、この発明にかかる基板乾燥装置の第 3 実施形態の動作を示す図である。また、図 8 は第 3 実施形態での乾燥処理を模式的に示す図である。なお、第 3 実施形態にかかる基板乾燥装置の装置構成は第 2 実施形態と同一である。

【0044】この第 3 実施形態においても、第 1 実施形態と同様に、洗浄処理やリンス処理後の基板 W が搬送ロボット（図示省略）によって装置内部に搬入され、基板保持部 1 に載置されると、基板保持部 1 の周縁支持ピン 12 で基板 W を保持する。そして、搬送ロボットが装置から退避すると、制御部 4 のメモリ（図示省略）に予め記憶されているプログラムにしたがって制御部 4 が装置各部を制御することによって、装置各部が以下のように動作して基板 W に対する乾燥処理を実行する。

【0045】まず、昇降回転機構 32 がノズル 31 を回転中心 AX 周りで水平揺動および昇降させて図 4 に示すように小径ノズル 311 および大径ノズル 312 の先端部を基板 W の上面中央部の直上位置に移動させる。なお、このとき、両電磁バルブ 33、35 は閉じており、ノズル 311、312 からの窒素ガスの供給は停止されている。

【0046】そして、ノズル位置決めが完了すると、図 7 のタイミング T31 で電磁バルブ 35 のみを開き、小径ノズル 311 から基板 W の上面中央部に向けて窒素ガスが供給されて基板 W に対する乾燥処理が開始される。このように窒素ガスを小径ノズル 311 から基板 W の上面に向けて吐出させると、図 8 (a) に示すように、ノズル 31 から基板 W の上面に吹き付けられる窒素ガスによって液膜 61 の中央部の処理液が押し退けられて液膜中央部にホール 62 がスポット的に形成され、その基板表面が乾燥される。

【0047】そして、この第 3 実施形態では、モータ 21 の回転開始前のタイミング T32 で電磁バルブ 33 も開いて小径ノズル 311 と大径ノズル 312 の両方から基板 W の上面中央部に向けて窒素ガスが吹き付けられる（図 8 (b)）。したがって、この第 3 実施形態では、基板 W に供給される単位時間当りの窒素ガス量が第 2 実施形態に比べて多くなっており、先に形成されたホール

62 が基板 W の端縁方向（同図の左右方向）に拡大していく速度が大きくなっている。

【0048】また、このように単位時間当りの窒素ガス量を増大させた状態のままモータ 21 が回転し始め、基板 W の回転数が臨界回転数 P_T と同一値となるまで所定の加速度で加速し、回転数 P₁ (= P_T) となった時点で等速回転に移行する。このタイミング T33 で電磁バルブ 35 を閉じて小径ノズル 311 からの窒素ガスの吐出を停止する。このタイミング T33 では、図 8 (c) に示すようにホール 62 が基板 W の端縁方向（同図の左右方向）にさらに拡大していき、液膜 61 の中央側の処理液が中央側から基板端縁側に徐々に押し遣られて乾燥領域が広がっていくとともに、それに伴って基板端縁側の処理液 64 が基板 W から徐々に落とされていく。やがて、基板 W の上面に付着する処理液の大半が除去されて乾燥処理の前半が完了する（タイミング T34）。

【0049】そして、タイミング T34 より乾燥処理の後半に入り、大径ノズル 312 からの窒素ガスの吹き付けを継続したまま基板 W の回転を加速して臨界回転数 P_T よりも高い回転数 P₃ まで加速し、高速回転によって、図 8 (d) に示すように基板 W の上面端縁部に残存している処理液 65 を振り切る。その後、基板 W の回転数をゼロまでに減速するとともに、電磁バルブ 33 を閉じて窒素ガスの供給を停止して乾燥処理を完了する（タイミング T35）。なお、第 3 実施形態における乾燥処理の後半における動作パターン（図 7 の実線）を第 2 実施形態と対比すべく、図 7 中に第 2 実施形態における動作パターンを 2 点鎖線で示している。

【0050】以上のように、第 3 実施形態では、乾燥処理の前半の一部において小径ノズル 311 と大径ノズル 312 の両方から窒素ガスを基板 W の上面に吹き付けてホール 62 を基板 W の端縁方向（図 8 の左右方向）に拡大しているため、第 3 実施形態にかかる基板乾燥装置は第 1 実施形態と同一の作用効果に加え、第 3 実施形態に特有の作用効果を有している。すなわち、この基板乾燥装置によれば、常に小径ノズル 311 および大径ノズル 312 のいずれか一方からしか窒素ガスを吐出しないように構成した第 2 実施形態に比べて乾燥処理の前半に要する時間を短縮することができ、装置のタクトタイムを短縮することができ、スループットを向上させることができる。

【0051】なお、本発明は上記した実施形態に限定されるものではなく、その趣旨を逸脱しない限りにおいて上述したもの以外に種々の変更を行うことが可能である。例えば、上記実施形態では、基板 W の上面に本発明の「気体」として窒素ガスを供給しているが、基板 W に対して悪影響を与えない気体成分なら窒素ガスの代わりに該気体成分を本発明の「気体」として供給してもよい。

【0052】また、上記実施形態では、乾燥処理の前半

における基板Wの回転数P1を臨界回転数PTと一致させているが、この臨界回転数PTよりも小さい回転数(>0)に設定するようにしても、上記実施形態と同様の作用効果を得ることができる。

【0053】また、第2実施形態では基板Wの回転数が所定の回転数P1に達したタイミングT23で窒素ガスの供給元を切り替えているが、この切替タイミングはこれに限定されるものではなく、乾燥処理の前半中に切り替えるようにすればよい。また、第3実施形態では基板Wの回転数が所定の回転数P1に達したタイミングT33で小径ノズル311からの窒素ガスの吐出を停止しているが、この吐出停止タイミングはこれに限定されるものではなく、乾燥処理を終了時点(タイミングT35)までの任意のタイミングで吐出停止を行うようにすればよい。

【0054】さらに、上記実施形態では、基板乾燥を専門的に行う装置に対して本発明を適用した場合について説明したが、本発明の適用対象はこれに限定されるものではなく、基板乾燥機能を備えた基板処理装置、例えば同一装置内で洗浄処理やエッチング処理、剥離処理などを実行した後、基板乾燥処理を実行する基板処理装置に対しても本発明を適用することができる。具体的には、液晶表示装置用ガラス基板に低温ポリシリコン薄膜トランジスタを形成する工程において、ガラス基板上にアモルファスシリコン層を形成し、その表面の自然酸化膜を除去するためにライトエッチングする装置があげられる。

【0055】この場合、基板処理装置の構成としては、上記実施形態の装置に、さらにエッチング液を供給するエッチング液ノズルと、純水を供給する純水ノズルとが備えられる。そして、アモルファスシリコン層が上面に形成されたガラス基板を基板保持部に保持させると、まず、基板を回転させながらエッチング液ノズルからエッチング液を供給して、アモルファスシリコン層の表面にできている自然酸化膜をエッチング処理して除去する。そして、このエッチング処理の進行により自然酸化膜が除去されると、基板を回転させたままの状態、エッチング液の供給を停止し、純水の供給を開始してエッチング液を除去する洗浄処理を行う。この洗浄処理でエッチング液が除去されると、次に、基板上に純水を供給して

る。十分な液膜が形成されると、純水の供給は停止する。この状態で、上記実施形態と同様の基板乾燥方法を適用する。液膜の形成工程において基板の回転を停止させた場合には、引き続いて第1実施形態におけるT11からの処理を行えばよい。液膜の形成工程において基板を臨界回転数PTよりも低速度で回転させ続けている場合は、基板を回転させたままの状態、窒素ガスを吐出しはじめることで乾燥処理の前半の工程に入る。

【0056】

10 【発明の効果】以上のように、この発明によれば、基板の上面中央部に気体を吹き付けて液膜の中央部にホールを形成した後、基板を臨界回転数以下の回転数で回転させながら気体を基板の上面中央部に吹き付けているので、基板の上面中央部に液滴が残るのを防止してウォータマークの発生を防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明にかかる基板乾燥装置の第1実施形態を示す図である。

20 【図2】図1に示す基板乾燥装置の動作を示す図である。

【図3】図1に示す基板乾燥装置での乾燥処理を模式的に示す図である。

【図4】この発明にかかる基板乾燥装置の第2実施形態を示す図である。

【図5】図4に示す基板乾燥装置の動作を示す図である。

【図6】図4に示す基板乾燥装置での乾燥処理を模式的に示す図である。

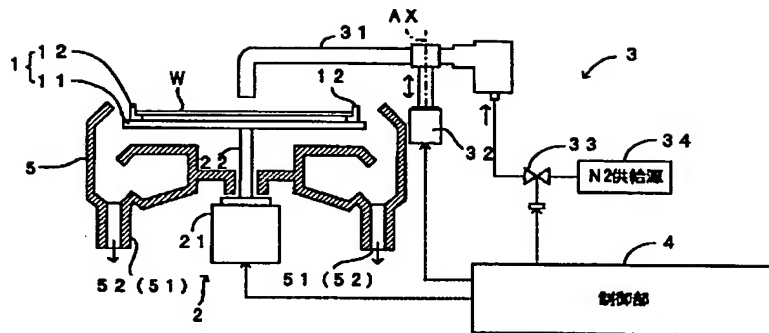
30 【図7】この発明にかかる基板乾燥装置の第3実施形態の動作を示す図である。

【図8】第3実施形態での乾燥処理を模式的に示す図である。

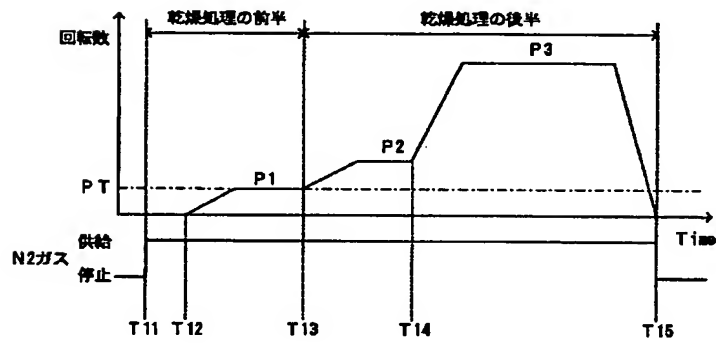
【符号の説明】

1…基板保持部
2…回転駆動部
3…気体供給部
4…制御部
31…ノズル
61…液膜
62…ホール
64, 65…処理液
311…小径ノズル
312…大径ノズル
PT…臨界回転数
W…基板

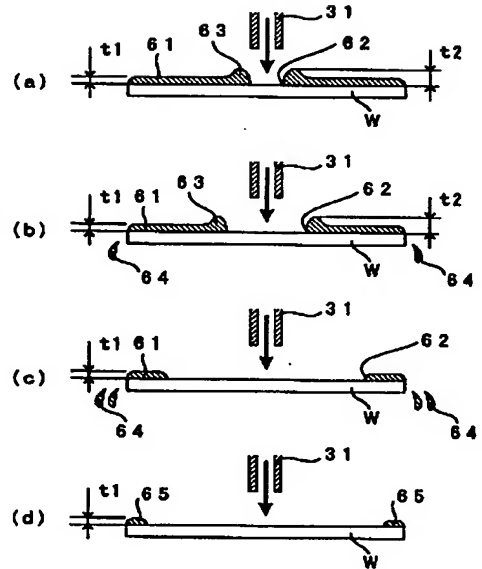
【図1】



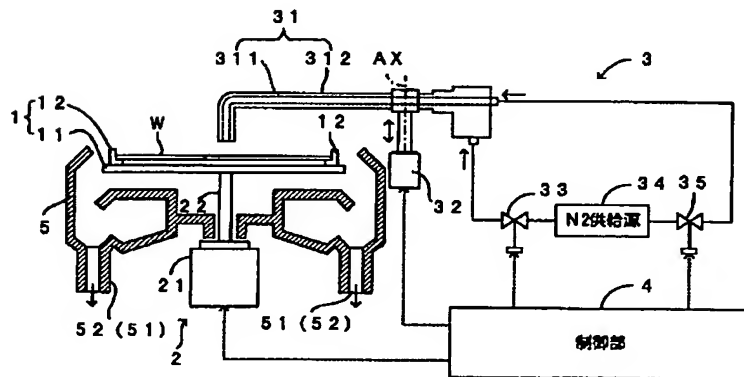
【図2】



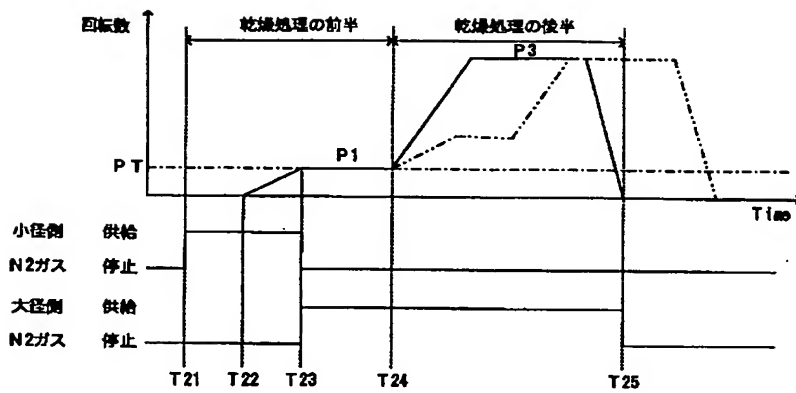
【図3】



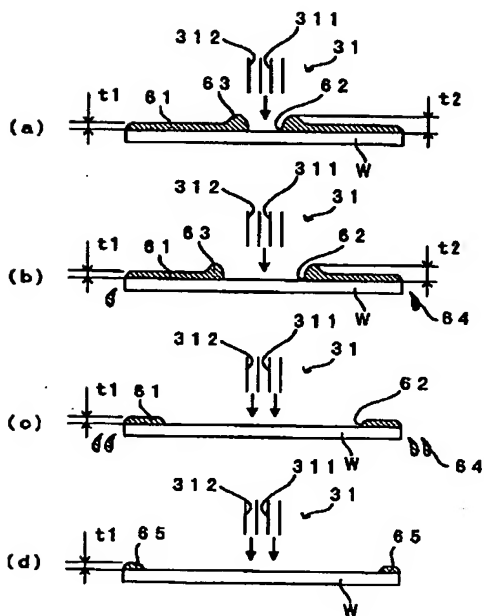
【図4】



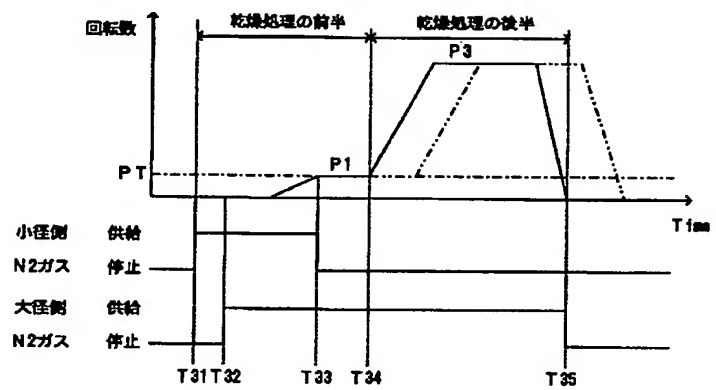
【図5】



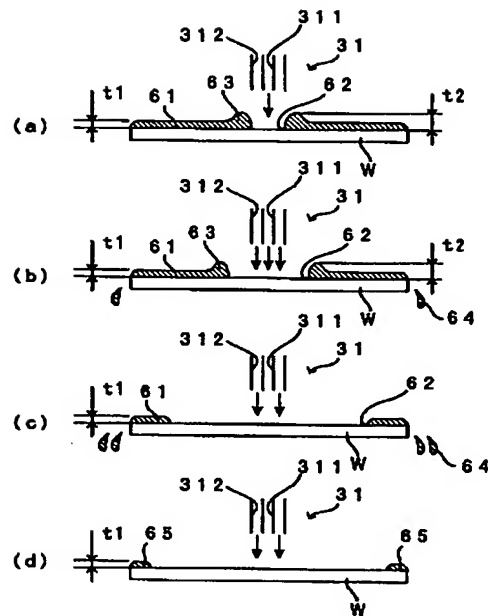
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	ターム(参考)
F 2 6 B 5/08		F 2 6 B 5/08	
			11/18
G 0 2 F 1/13	1 0 1	G 0 2 F 1/13	1 0 1
	5 0 0		1/1333
H 0 1 L 21/306		H 0 1 L 21/306	5 0 0
			R

(72)発明者 鈴木 聡
 京都府京都市上京区堀川通寺之内上る4丁
 目天神北町1番地の1 大日本スクリーン
 製造株式会社内

F ターム(参考) 2H088 FA21 FA25 FA30 HA01 MA20
 2H090 JB02 JC19
 3B201 AA01 AB33 AB47 BB21 BB92
 BB93 CC12 CC13 CD11 CD41
 3L113 AA03 AB08 AB10 AC48 AC60
 AC69 BA34 DA04 DA24
 5F043 AA31 BB27 DD30 EE07 EE08
 EE35 GG10